

Translation

EUROPEAN PATENT APPLICATION

Publication No.: 0 660 293 A2
Filing No.: 94250296.4
Filing date: 14.12.94
Applicant : osa-Elektronik GmbH

Luminous or display unit with an introduction of light into a light guide body.

In a luminous or display unit of the generic type, the object of the invention is to achieve a uniform intensity distribution of the light emerging forwards over the surface via the attenuation profile of a light-conductive layer and as a result thereof to indicate new arrangements of the light-conductive layer and new applications.

This object is substantially achieved in that a surface of at least one light guide body is formed as a diffusely reflecting surface by means of the random arrangement of geometrical figures, wherein the expected value of the ratio between reflecting surface and the total surface of a small selected region corresponds to the attenuation profile and/or approximately to the attenuation profile for constant light emission and the continuous attenuation profile is approached by a discontinuous profile and that in a display unit, the display symbol is arranged in a known manner.

Fig. 2.

The invention relates to a luminous or display unit with an introduction of light via at least one SMD-LED luminous element arranged on a circuit board, wherein the circuit board strip is fixed in provided recesses in a light guide body and the light guide body has reflection spots on one surface. The invention is applicable to both small-area, but particularly, however, to large-area luminous or display units.

Illuminated name or information signs are known in which one or more LED chips are arranged integrated on a circuit board strip in a flat transparent plastic body. The plastic body is provided with purposely introduced obstructions and surrounded by a frame which forms a housing. The LED chips used are preferably suitable for an SMD assembly. The flat plastic body used serves as light guide. The obstructions purposely introduced into this plastic body cause the light rays which are emitted to be reflected.

The measures in the field of designing and configuring diffuse reflection surfaces which have been implemented in the past are chiefly based on empirically determined values. The abiding consequence is an unsatisfactory intensity distribution of the emerging light. The increasing use of such display elements requires a further development thereof for both small-area and large-area luminous or display units.

The object of the present invention is to indicate ways and means whereby the loss by absorption in the display elements may be further reduced and also a uniform intensity distribution of the emerging light is achieved and these display elements experience increased serviceability thereby. Further new possible applications may then become available by this means.

The object of the invention is to achieve a uniform intensity distribution of the light emerging forwards over the surface via the attenuation profile of the attenuation of the light beam guided into the light guide body, which attenuation results from the vertical emission, and to indicate new arrangements of the light-conductive layer which are derived therefrom.

In a luminous or display unit of the generic type, according to the invention the object is achieved in that a surface of at least one light guide body is formed as a diffusely reflecting surface by means of the random arrangement of geometrical figures, wherein the expected value of the ratio between reflecting surface and the total surface of a small selected region corresponds to the attenuation profile and/or approximately to the attenuation profile for constant light emission and the continuous attenuation profile is approached by a discontinuous profile and in that in a display unit the display symbol is arranged in known manner.

With this measure, a diffusely reflecting layer is formed, which is distinguished by a purposely reproducible setting of the attenuation profile of a light-conductive layer for a uniform intensity distribution of the light emerging forwards over the entire surface.

An intentional distribution of the coordinates of the geometrical figures to be set and which form the reflection surface takes place by means of the distribution function of a random variable. The necessary coordinates are determined with the aid of the probability calculation. The probability density in the direction of the light

propagation is proportional to the calculated attenuation profile. The geometrical figures which form the reflection surfaces are evenly distributed perpendicular to the light propagation in rectangular display elements. The attenuation of the light is determined by the attenuation constant which is inversely proportional to the spatial distance. This attenuation constant depends on the reflection rate - by which is meant the spatial distance between two reflections of a light ray - and the loss rate on reflection. The loss rate on reflection is substantially determined by the material used.

The solution to the problem is achieved by means of a purposeful influence of the attenuation profile of the properties of the diffusely reflecting boundary layer. The properties of the diffusely reflecting boundary layer may be influenced by the following measures:

Continuously changing the surface structure by, for example, applying layers, such as films, lacquers and the like or by changing the light-conductive layer, e.g. by mechanical treatment or etching. In contrast to the example mentioned above, this variant achieves a continuous change in the roughness. The roughness ultimately produces a diffuse reflecting capacity.

Changing the surface covering while the roughness of the covered surface remains constant, e.g. by changing a bit-map profile, as illustrated in the above example.

A combination of both measures is, of course, possible.

The attenuation profile is set as follows:

1. via the surface ratio of diffuse reflection region to surfaces of total reflection, wherein the ratio is dependent on location.
2. via the ratio of surfaces with differing reflecting capacity - wherein regions with total reflection may be present.
3. via the gradient of the diffuse reflection; In this case the form of the regions is insignificant.

The random distribution of the geometrical figures corresponding to the attenuation profile has the effect that an observer standing in front of the luminous display element can no longer perceive individual regions and geometrical figures with the naked eye. This is how the desired increase in serviceability is achieved, particularly for large-area luminous display elements. In principle the diffusely formed reflection surfaces of a light-conductive layer permit an extension to the field of application of the display units provided with an introduction of light. It is now also possible to produce large-area units which are used, for example, as luminous units for indirect lighting. Furthermore it is conceivable to use such units as night or emergency lighting for selected applications.

The luminous or display units formed in this way may also be used as name plates and/or as road and traffic signs or as information panels. A substantial advantage of these display units also lies in the fact that they emit glare-free light.

A light-scattering film is arranged on the surface of the light outlet of the light guide body in order to further improve a uniform light emission.

A further feature also consists in the fact that the luminous or display unit has a multi-layered structure. This means that several light guide bodies are arranged over each other. Spacers are arranged between the individual light guide bodies. In this way it is possible, for example for several differently formed, diffusely reflecting surfaces to be arranged over each other.

A sign to be luminous, which consists of two or more symbols to be luminous, for example, may be advantageously represented in this way.

The invention also provides that several identically formed, diffusely reflecting surfaces are arranged over each other.

It is also possible for diffusely reflecting surfaces arranged over each other to consist of a combination of identically and differently formed surfaces.

The identical and/or different formation of the surfaces relates to the changes which are made to the reflecting boundary layer of the surface structure on the one hand and on the other hand to the changes which are made to the surface covering. The latter measure may be achieved, for example, by means of a change in the reflection spot density.

Finally, a further possibility of the invention consists of the fact that in the case of several diffusely reflecting surfaces arranged over each other, the introduction of light takes place with a different colour spectrum. Where coloured LED chips are used the surface illuminated by the chips appears as a coloured luminous surface. Furthermore, the SMD-LEDs used offer the possibility of electronic control. It is therefore possible to generate a flashing light in different colours, applicable in the event of faults for example, in hazard situations. Compared with conventionally illuminated signs the luminous or display units used are energy-saving, by which means their use may be more economical. A further positive effect which may be mentioned is the glare-free light which is emitted.

The advantages achieved with the invention, particularly in the case of large-area luminous or display units, offer the possibility of proposing completely new fields of application.

In addition to use as road and traffic signs, this solution is also suitable for large-area advertising displays. A use as information panels is also indicated. The use of LEDs for the introduction of light provides less maintenance outlay above all, in addition to the above-mentioned energy-saving compared with conventionally illuminated signs. Furthermore, safety and reliability are increased when such luminous or display units are used. New possible solutions in the field of luminous units itself are also offered by the invention. The onlooker perceives the glare-free light generated on introduction of light as pleasant. This produces new possible applications, e.g. for generating light effects in discotheques. Such luminous units may also be used for indirect lighting of imposing buildings.

Furthermore, in the case of smaller signs also, an additional reflection surface may be created by bevelling a side edge, by which means the loss by absorption are reduced. The bevelling is advantageously characterised by an arrangement of regions with varying angles of inclination.

In a further embodiment the bevelling may also at least partially have an arc-shaped configuration. The bevelling itself is determined by the size of the angle (γ) which includes the bevelling and the length of the stretch (a) which forms the bevelling.

A crucial criterion for the power density distribution in the light-guiding glass layer is the frequency of reflections at the glass/air interface. Only rays which are located on the interface at an angle which is smaller than the boundary angle for the total reflection β_G are reflected at the interface. The boundary angle for total reflection depends on the refractive indices of air and of the material used for the light guide body.

The invention will be described in greater detail below in principle and by way of example with the aid of the drawings in which:

Fig. 1 shows a unilateral loss by absorption with no reflection at the opposite edge;
Fig. 2 shows a possible embodiment of the diffusely reflecting layer according to Fig. 1;

Fig. 3 shows a unilateral loss by absorption with reflection at the opposite edge;
Fig. 4 shows a possible embodiment of the diffusely reflecting layer according to Fig. 3;

Fig. 5 shows a bilateral loss by absorption with no reflection at either opposite edge;
Fig. 6 shows a possible embodiment of the diffusely reflecting layer according to Fig. 5;

Fig. 7 shows the application on a round disc with external (axially symmetrical) loss by absorption;

Fig. 8 shows a possible embodiment, related thereto, of the diffusely reflecting layer according to Fig. 7;

Fig. 9 shows a diagrammatic view of a multi-layered structure of a luminous or display unit;

Fig. 10 shows a modified form of the bevelling of the side edges;

Fig. 11 shows a further possible embodiment of the bevelling of the side edges of the light guide body.

Fig. 1 shows the attenuation profile as it is to be set for constant emission. The attenuation of the light guided in the layer increases with increasing distance. The decrease in the light flux density is compensated by means of a stronger reflection. This statement applies by analogy to Figs. 3, 5 and 7.

Fig. 2 shows a possible embodiment via the random distribution of geometrical figures forming reflection surfaces. In this arrangement the probability density in the direction of light propagation is proportional to the attenuation profile calculated.

This statement applies by analogy to Figs. 4, 6 and 8.

In the one-dimensional case the attenuation d is defined by the following equation:

(1)

J represents the power flux density of the light (intensity variable dependent on location). Generally speaking the derivation according to x is to be replaced by the corresponding vector operator. The intensity of the emitted light is dJ . A uniform illumination can thus be achieved only by means of a constant product dJ .

The general differential equation for uniform illumination may be expressed mathematically in the form

$$\text{grad div } J = \vec{N}(\vec{N} \cdot J) = -\vec{N}(d/J) = 0 \quad (2)$$

The boundary value at $y = 0$

$$d(0) = d_0 \quad (3)$$

defines the attenuation at the side opposite to the introduction of light.

In one-dimensional form, from the general condition

(4)

then

(5)

follows for the attenuation profile with no reflection.

The differential equation

(6)

applies to unilateral loss by absorption with reflection at the opposite edge ($y = 0$) and bilateral loss by absorption ($y = 0$ in the centre)

with the solution for the attenuation profile $\delta(y)$

(7)

The differential equation

(8)

is obtained for J for a round disc.

For a round disc the attenuation δ has a maximum at the (boundary value) position. d_2 gives the attenuation at the position r_2 , $\delta(r_2) = \delta_2$; $(0) = 0$ for finite $J(0)$.

(9)

From practical considerations $r_2 = r_m$ should be selected. For this purpose, but without restricting generality, d is written in the form

(10)

The invention also offers the possibility of the multi-layered arrangement of diffusely formed surfaces over each other. Fig. 9 shows such an arrangement in diagrammatic form. The diffusely formed surfaces of the light guide bodies 1, 2 and 3 are arranged over each other, wherein spacers are suitably arranged between the individual light guide bodies 1, 2, 3. A colour spectrum 4, generated by a corresponding LED, is supplied to the light guide body 1 by means of a lateral introduction of light. A colour spectrum 5 is supplied to the light guide body 2 by means of an introduction of light. Finally, a colour spectrum 6 is supplied to the light guide body 3 by means of introduction of light.

As already stated, the introduction of light may also be provided with an electronic control, by which means novel light effects may be achieved.

Fig. 10 shows a cross-section through a light guide body 2 with lateral introduction of light. In this case the introduction of light takes place via a luminous element 10 formed as SMD-LED. The light guide body 2, which has a thickness d , is provided with a bevelling 7 having a different angle of ascent. In the region of the introduction of light. In the region of the light introduction, i.e. in the immediate vicinity of the luminous element 10, the angle of ascent is greater than in the region which is further away from the luminous element 10.

The distance b , which represents a measurement of the bevelling 7, is determined by the angle and the length of the stretch a . The boundary angle for total reflection β_G depends on the refractive indices of air ($n_L = 1$) and of the glass ($n_G = 1.5$ for Plexiglas or PMMA).

If, for light introduction, Plexiglas (PMMA) is selected as light guide, the length of the stretch a is obtained from the following equation:

$$a = \frac{d}{2} \cot \beta_G = 0.58d$$

Fig. 11 shows a further possible embodiment of the bevelling 7. In this case the bevelling 7 is arc-shaped. A tangent 9 dropped at point 8 illustrates the different angle of ascent of the bevelling 7. The condition

$$\gamma > 90^\circ - \beta_G$$

must be met for point 8.

When implementing the bevelling 7 it is entirely possible to select both dimension a and dimension b to be somewhat larger for technical production reasons.

Claims

1. Luminous or display unit with an introduction of light via at least one SMD-LED luminous element arranged on a circuit board into a light guide body which has reflection spots on a surface, characterised in that a surface of at least one light guide body is formed as a diffusely reflecting surface by means of the random arrangement of geometrical figures, wherein the expected value of the ratio between reflecting surface and the total surface of a small selected region corresponds to the attenuation profile and/or approximately to the attenuation profile for constant light emission and the continuous attenuation profile is approached by a discontinuous profile and in that in a display unit the display symbol is arranged in known manner.
2. Luminous or display unit according to Claim 1, characterised in that a purposeful distribution of the coordinates of the geometrical figures to be set and which form the reflection surface takes place by means of the distribution function of a random variable.
3. Luminous or display unit according to Claim 1 and 2, characterised in that a completely covering reflection surface has a continuous attenuation profile and this reflection surface is characterised by a location-dependent change in the surface structure.
4. Luminous or display unit according to one or more of Claims 1 to 3, characterised in that a location-dependent change in the surface structure is brought about by a change in roughness.
5. Luminous or display unit according to one or more of Claims 1 to 4, characterised in that a location-dependent change in the surface structure is brought about by the purposeful application of fine regular light-scattering structures.
6. Luminous or display unit according to one or more of Claims 1 to 5, characterised in that the individual geometrical figures are formed by a location-dependent change in the surface structure and by changing the surface covering of the total surface with these figures.
7. Luminous or display unit according to one or more of Claims 1 to 6, characterised in that several differently formed, diffusely reflecting surfaces are arranged over each other.
8. Luminous or display unit according to one or more of Claims 1 to 7, characterised in that several identically formed, diffusely reflecting surfaces are arranged over each other.
9. Luminous or display unit according to one or more of Claims 1 to 8, characterised in that the diffusely reflecting surfaces arranged over each other consist of a combination of identically and differently formed surfaces.

10. Luminous or display unit according to one or more of Claims 1 to 9, characterised in that in the case of several diffusely reflecting surfaces arranged over each other, the introduction of light takes place with different colours.
11. Luminous or display unit according to Claim 1, characterised in that the different light refraction angle for the production of a diffusely reflecting surface is formed by means of a known bevelling of at least one side edge, wherein the bevelling is characterised by alignment of regions of different angles of inclination.
12. Luminous or display unit according to Claim 11, characterised in that the bevelling at least partially has an arc-shaped configuration.
13. Luminous or display unit according to Claim 11 and 12, characterised in that the bevelling is defined by the size of the angle (γ) which includes the bevelling and the length of the stretch (a) which forms the bevelling.

Captions to drawings:

Figs. 1 and 3:

Dämpfung [1/cm] = attenuation [1/cm]

Abstand von der Lichtquelle [cm] = distance from the light source [cm]

Fig. 5:

Dämpfung [1/cm] = attenuation [1/cm]

Abstand von der Tableaumitte [cm] = distance from the centre of the panel [cm]

Fig. 7:

Dämpfung [1/cm] = attenuation [1/cm]

Radius [cm] = radius [cm]

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 660 293 A3**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **94250296.4**

(51) Int. Cl.⁶: **G09F 13/18, F21V 8/00**

(22) Anmeldetag: **14.12.94**

(30) Priorität: **23.12.93 DE 4344963**
11.03.94 DE 4409054

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
28.06.95 Patentblatt 95/26

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE DK ES FR GB IT LI NL SE

(88) Veröffentlichungstag des später veröffentlichten
Recherchenberichts: **25.10.95 Patentblatt 95/43**

(71) Anmelder: **osa- Elektronik GmbH**
Slabystrasse 9-14
D-12459 Berlin (DE)
Anmelder: **Adolf- Slaby-Institut ASI**
Slabystrasse 9-14
D-12459 Berlin (DE)

(72) Erfinder: **Klick, Michael, Dr. rer. Nat.**
Mark-Twain-Strasse 21
D-12627 Berlin (DE)
Erfinder: **Mischke, Helge, Dipl.-Ing.**
Sterndamm 133
D-12487 Berlin (DE)

(74) Vertreter: **Riemann, Bernd**
Patentanwalt
Schönhauser Strasse 108
D-13127 Berlin (DE)

(54) **Leucht- oder Anzeigeeinheit mit einer Lichteinkopplung in einen Lichtleitkörper.**

(57) Aufgabe der Erfindung ist es, bei einer Leucht- oder Anzeigeeinheit der gattungsgemäßen Art über den Dämpfungsverlauf einer lichtführenden Schicht eine gleichmäßige Intensitätsverteilung des über die Fläche nach vorn austretenden Lichtes zu erreichen und daraus resultierend neue Anordnungen der lichtführenden Schicht sowie neue Anwendungen aufzuzeigen.

Diese Aufgabe wird im wesentlichen dadurch gelöst, daß eine Fläche mindestens eines Lichtleitkörpers durch die zufällige Anordnung von geometrischen Figuren als eine diffus reflektierende Fläche ausgebildet ist, wobei der Erwartungswert des Verhältnisses zwischen reflektierender Fläche zur Gesamtfläche eines kleinen ausgewählten Bereiches dem Dämpfungsverlauf bzw. näherungsweise dem Dämpfungsverlauf für konstante Lichtabstrahlung entspricht und der kontinuierliche Dämpfungsverlauf durch einen diskontinuierlichen Verlauf angenähert ist und daß bei einer Anzeigeeinheit das Anzeigesymbol in bekannter Weise angeordnet ist.



Fig. 2

EP 0 660 293 A3



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 94 25 0296

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
A	EP-A-0 571 173 (NOKIA MOBILE PHONES LTD.) * Spalte 3, Zeile 1 - Spalte 5, Zeile 11; Abbildungen 1-7 *	1-6	G09F13/18 F21V8/00

P,A	DE-A-42 37 107 (WUSTLICH HOLDING GMBH) * Spalte 3, Zeile 40 - Spalte 5, Zeile 4; Abbildungen 1,3,4 *	1,11-13	

A	DE-A-26 58 341 (VOLKSWAGENWERK AG) * Seite 3, Zeile 26 - Seite 4, Zeile 26; Abbildungen 1-3 *	1,4,6	

A	GB-A-2 216 704 (O'KEEFFE ET AL.) * Seite 3, Zeile 18 - Seite 4, Zeile 19 * * Seite 5, Zeile 4 - Seite 7, Zeile 11; Abbildungen 1,2,4 *	1,3,5	

A	DE-U-90 15 896 (DAMBACH-WERKE GMBH) * Seite 4, Zeile 27 - Seite 6, Zeile 4; Abbildungen 4,5 *	1,3,4,6	

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
			G09F F21V G02B
Recherchsort BERLIN		Abachlußdatum der Recherche 24. August 1995	Prüfer Taylor, P
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			
T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument * : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



Veröffentlichungsnummer: **0 660 293 A2**

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: **94250296.4**

51 Int. Cl.⁸: **G09F 13/18, F21V 8/00**

22 Anmeldetag: **14.12.94**

30 Priorität: **23.12.93 DE 4344963**
11.03.94 DE 4409054

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
28.06.95 Patentblatt 95/26

94 Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE DK ES FR GB IT LI NL SE

71 Anmelder: **osa- Elektronik GmbH**
Slabystrasse 9-14
D-12459 Berlin (DE)

72 Erfinder: **Klick, Michael, Dr. rer. Nat.**
Mark-Twain-Strasse 21
D-12627 Berlin (DE)
Erfinder: **Mischke, Helge, Dipl.-Ing.**
Sterndamm 133
D-12487 Berlin (DE)

74 Vertreter: **Riemann, Bernd**
Patentanwalt
Schönhauser Strasse 108
D-13127 Berlin (DE)

54 **Leucht- oder Anzeigeeinheit mit einer Lichteinkopplung in einen Lichtleitkörper.**

57 Aufgabe der Erfindung ist es, bei einer Leucht- oder Anzeigeeinheit der gattungsgemäßen Art über den Dämpfungsverlauf einer lichtführenden Schicht eine gleichmäßige Intensitätsverteilung des über die Fläche nach vorn austretenden Lichtes zu erreichen und daraus resultierend neue Anordnungen der lichtführenden Schicht sowie neue Anwendungen aufzuzeigen.

Diese Aufgabe wird im wesentlichen dadurch gelöst, daß eine Fläche mindestens eines Lichtleitkörpers durch die zufällige Anordnung von geometrischen Figuren als eine diffus reflektierende Fläche ausgebildet ist, wobei der Erwartungswert des Verhältnisses zwischen reflektierender Fläche zur Gesamtfläche eines kleinen ausgewählten Bereiches dem Dämpfungsverlauf bzw. näherungsweise dem Dämpfungsverlauf für konstante Lichtabstrahlung entspricht und der kontinuierliche Dämpfungsverlauf durch einen diskontinuierlichen Verlauf angenähert ist und daß bei einer Anzeigeeinheit das Anzeigesymbol in bekannter Weise angeordnet ist.



Fig. 2

EP 0 660 293 A2

Die Erfindung bezieht sich auf eine Leucht- oder Anzeigeeinheit mit einer Lichteinkopplung über mindestens ein auf einer Leiterplatte angeordnetes SMD-LED-Leuchtelement, wobei der Leiterplattenstreifen in vorgesehene Ausnehmungen in einen Lichtleitkörper fixiert ist und der Lichtleitkörper auf einer Fläche Reflexionspunkte aufweist. Die Erfindung ist sowohl bei kleinflächigen, besonders aber bei großflächigen Leucht- oder Anzeigeeinheiten anwendbar.

Es sind beleuchtete Namens- oder Hinweisschilder bekannt, bei denen ein oder mehrere LED-Chips auf einem Leiterplattenstreifen in einem flachen, transparenten Kunststoffkörper integriert angeordnet sind. Der Kunststoffkörper ist hierbei mit gezielt eingebrachten Störungen versehen und von einem ein Gehäuse bildenden Rahmen umgeben. Die verwendeten LED-Chips sind vorzugsweise für eine SMD-Montage geeignet. Der eingesetzte flache Kunststoffkörper dient hierbei als Lichtleiter. Die gezielt in diesen Kunststoffkörper eingebrachten Störungen bewirken eine Reflexion der ausgesendeten Lichtstrahlen.

Die bisher durchgeführten Maßnahmen auf dem Gebiet der Ausbildung und Gestaltung diffuser Reflexionsflächen beruhen hauptsächlich auf empirisch ermittelten Werten. Sie haben noch eine unbefriedigende Intensitätsverteilung des austretenden Lichtes zur Folge. Der verstärkte Einsatz derartiger Anzeigeelemente erfordert sowohl bei kleinflächigen als auch bei großflächigen Leucht- oder Anzeigeeinheiten eine Weiterentwicklung derselben.

Zweck der vorliegenden Erfindung ist es, Mittel und Wege aufzuzeigen, wodurch bei den Anzeigeelementen die Einstrahlungsverluste weiter reduziert werden können und auch eine gleichmäßige Intensitätsverteilung des austretenden Lichtes erreicht wird und damit diese Anzeigeelemente eine Gebrauchswertsteigerung erfahren. Über diesen Weg sind dann weitere neue Anwendungsmöglichkeiten zu erschließen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, über den Dämpfungsverlauf der aus der senkrechten Abstrahlung resultierenden Dämpfung des in den Lichtleitkörper geführten Lichtstrahlbündels eine gleichmäßige Intensitätsverteilung des über die Fläche nach vorn austretenden Lichtes zu erreichen und daraus ableitend neue Anordnungen der lichtführenden Schicht aufzuzeigen.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe bei einer Leucht- oder Anzeigeeinheit der gattungsgemäßen Art dadurch gelöst, daß eine Fläche mindestens eines Lichtleitkörpers durch die zufällige Anordnung von geometrischen Figuren als eine diffus reflektierende Fläche ausgebildet ist, wobei der Erwartungswert des Verhältnisses zwischen reflektierender Fläche zur Gesamtfläche eines kleinen ausgewählten Bereiches dem Dämpfungsverlauf bzw. näherungsweise dem Dämpfungsverlauf für konstante Lichtabstrahlung entspricht und der kontinuierliche Dämpfungsverlauf durch einen diskontinuierlichen Verlauf angenähert ist und daß bei einer Anzeigeeinheit das Anzeigesymbol in bekannter Weise angeordnet ist.

Mit dieser Maßnahme wird eine diffus reflektierende Schicht ausgebildet, die sich durch eine gezielte reproduzierbare Einstellung des Dämpfungsverlaufes einer lichtführenden Schicht für eine gleichmäßige Intensitätsverteilung des nach vor austretenden Lichtes über die gesamte Fläche auszeichnet.

Über die Verteilungsfunktion einer Zufallsgröße erfolgt eine gezielte Verteilung der Koordinaten der zu setzenden, die Reflexionsfläche bildenden, geometrischen Figuren. Unter Zuhilfenahme der Wahrscheinlichkeitsrechnung werden somit die erforderlichen Koordinaten ermittelt. Die Wahrscheinlichkeitsdichte in Richtung der Lichtausbreitung ist proportional zum berechneten Dämpfungsverlauf. Bei rechteckigen Anzeigeelementen sind senkrecht zur Lichtausbreitung die die Reflexionsflächen bildenden geometrischen Figuren gleich verteilt. Die Dämpfung des Lichtes wird durch die Dämpfungskonstante δ bestimmt, die umgekehrt proportional dem räumlichen Abstand ist. Diese Dämpfungskonstante hängt von der Reflexionsrate - gemeint ist der räumliche Abstand zwischen zwei Reflexionen eines Lichtstrahls - und der Verlustrate bei der Reflexion ab. Die Verlustrate bei der Reflexion ist im wesentlichen durch das eingesetzte Material bedingt.

Die Realisierung der Aufgabenstellung erfolgt durch eine gezielte Beeinflussung des Dämpfungsverlaufes der Eigenschaften der diffus reflektierenden Grenzschicht. Dabei sind die Eigenschaften der diffus reflektierenden Grenzschicht durch folgende Maßnahmen beeinflussbar:

- * Kontinuierliche Veränderung der Oberflächenstruktur, beispielsweise durch Aufbringen von Schichten, wie Folien, Lacke und dgl. oder durch Verändern der lichtführenden Schicht z.B. durch mechanische Bearbeitung oder Ätzen. Diese Variante realisiert im Gegensatz zu dem oben aufgeführten Beispiel eine kontinuierliche Veränderung der Rauigkeit.

Die Rauigkeit erzeugt schließlich ein diffuses Reflexionsvermögen.

- * Veränderung der Oberflächenbedeckung bei konstanter Rauigkeit der bedeckten Oberfläche, beispielsweise durch Veränderung eines Bitmapverlaufes, wie im oben aufgeführten Beispiel dargestellt.

Selbstverständlich ist auch eine Kombination beider Maßnahmen möglich.

Der Dämpfungsverlauf wird wie folgt eingestellt:

1. Über das Flächenverhältnis von diffusem Reflexionsgebiet zu Flächen der Totalreflexion, wobei das Verhältnis ortsabhängig ist.
 2. Über das Verhältnis von Flächen mit unterschiedlichem Reflexionsvermögen - wobei Gebiete mit Totalreflexion vorhanden sein können.
 - 5 3. Über den Gradienten der diffusen Reflexion, dabei ist die Form der Gebiete unerheblich.
- Die zufällige Verteilung der geometrischen Figuren entsprechend dem Dämpfungsverlauf bewirkt, daß ein Betrachter, der vor dem beleuchteten Anzeigeelement steht, einzelne Gebiete und geometrische Figuren nicht mehr mit bloßem Auge wahrnehmen kann. Damit wird die angestrebte Gebrauchswertsteigerung, insbesondere für großflächige beleuchtete Anzeigeelemente realisiert. Die diffus ausgebildeten Reflexionsflächen einer lichtführenden Schicht ermöglichen grundsätzlich eine Erweiterung des Einsatzgebietes der mit einer Lichteinkopplung versehenen Anzeigeeinheiten. Nunmehr ist es auch möglich, großflächige Einheiten herzustellen, die beispielsweise als Leuchteinheiten für indirekte Beleuchtung zum Einsatz kommen. Weiterhin ist es denkbar, solche Einheiten gezielt als Nacht- oder Notbeleuchtung für ausgewählte Anwendungsfälle einzusetzen.
- 15 Die so ausgebildeten Leucht- oder Anzeigeeinheiten können auch als Namensschild bzw. als Straßen- und Verkehrsschild oder als Informationstafel eingesetzt werden. Dabei besteht ein wesentlicher Vorteil dieser Anzeigeeinheiten auch darin, daß sie ein blendfreies Licht aussenden.
- Zur weiteren Verbesserung einer gleichmäßigen Lichtabstrahlung ist auf der Fläche des Lichtaustrittes des Lichtleitkörpers eine lichtstreuende Folie angeordnet.
- 20 Ein weiteres Merkmal besteht auch darin, daß die Leucht- oder Anzeigeeinheit einen mehrschichtigen Aufbau aufweist. Das heißt, daß mehrere Lichtleitkörper übereinander angeordnet sind. Dabei sind zwischen den einzelnen Lichtleitkörpern Abstandshalter angeordnet.

So ist es beispielsweise möglich, daß mehrere unterschiedlich ausgebildete diffus reflektierende Flächen übereinander angeordnet sind.

- 25 Ein zu beleuchtendes Zeichen, welches z.B. aus zwei oder mehr zu beleuchtenden Symbolen besteht, kann auf diese Art und Weise vorteilhaft dargestellt werden.

Die Erfindung sieht auch vor, daß mehrere gleichartig ausgebildete diffus reflektierende Flächen übereinander angeordnet sind.

Es ist auch möglich, daß übereinander angeordnete diffus reflektierende Flächen aus einer Kombination gleichartiger und unterschiedlich ausgebildeter Flächen bestehen.

- 30 Die gleichartige bzw. unterschiedliche Ausbildung der Flächen bezieht sich auf die vorgenommenen Veränderungen an der reflektierenden Grenzschicht der Oberflächenstruktur einerseits und andererseits an den vorgenommenen Veränderungen der Oberflächenbedeckung. Letztere Maßnahme ist beispielsweise über eine Veränderung der Reflexionspunktdichte erreichbar.
- 35 Schließlich besteht eine weitere Möglichkeit der Erfindung darin, daß bei mehreren übereinander angeordneten diffus reflektierenden Flächen die Lichteinkopplung mit einem unterschiedlichen Farbspektrum erfolgt. Bei Verwendung farbiger LED-Chips erscheint die von den Chips angestrahlte Fläche als eine farbige Leuchtfläche. Weiterhin bieten die eingesetzten SMD-LED die Möglichkeit einer elektronischen Ansteuerung. So ist es möglich, in Gefahrensituationen ein Blinklicht in verschiedenen Farben, anwendbar z.B. bei
- 40 Störungen, zu erzeugen. Die eingesetzten Leucht- oder Anzeigeeinheiten weisen gegenüber konventionell beleuchteten Schildern eine Energieeinsparung auf, wodurch ihr Einsatz wirtschaftlicher gestaltet werden kann. Als ein weiterer positiver Effekt ist das ausgesandte blendfreie Licht zu nennen.

Die mit der Erfindung besonders bei großflächig ausgebildeten Leucht- oder Anzeigeeinheiten erzielten Vorteile bieten sich geradezu an, völlig neue Anwendungsgebiete zu erschließen.

- 45 Neben dem Einsatz als Straßen- und Verkehrsschilder eignet sich diese Lösung auch für großflächige Werbeanzeigen. Weiterhin ist ein Einsatz als Informationstafel angezeigt. Durch den Einsatz von LED für die Lichteinkopplung ergibt sich auch gegenüber konventionell beleuchteten Schildern neben der bereits erwähnten Energieeinsparung vor allem ein geringerer Wartungsaufwand. Darüber hinaus wird die Sicherheit und Zuverlässigkeit beim Einsatz derartiger Leucht- oder Anzeigeeinheiten erhöht. Auch auf dem
- 50 Gebiet der Leuchteinheiten selbst bieten sich durch die Erfindung neue Lösungsmöglichkeiten an. Das bei der Lichteinkopplung erzeugte blendfreie Licht empfindet der Betrachter als angenehm. Damit ergeben sich neue Anwendungsmöglichkeiten, z.B. auch für die Erzeugung von Lichteffekten in Diskotheken. Auch ein Einsatz derartiger Leuchteinheiten für eine indirekte Beleuchtung repräsentativer Gebäude ist möglich.

Ferner kann auch bei kleineren Schildern durch die Anschrägung einer Seitenkante eine zusätzliche

- 55 Reflexionsfläche geschaffen werden, wodurch eine Senkung der Einstrahlungsverluste erreicht wird. Vorteilhafterweise ist die Anschrägung durch die Aneinanderreihung von Bereichen mit unterschiedlichem Steigungswinkel charakterisiert.

Die Anstrahlung kann in einer weiteren Ausgestaltung auch zumindest teilweise einen bogenförmigen Verlauf aufweisen. Die Anstrahlung selbst ist durch die Größe des die Anstrahlung einschließenden Winkels (γ) und die Länge der die Anstrahlung bildenden Strecke (a) definiert.

Ein entscheidendes Kriterium für die Leistungsdichteverteilung in der lichtführenden Glasschicht ist die Häufigkeit von Reflexionen an der Grenzfläche Glas-Luft. An der Grenzfläche werden nur Strahlen reflektiert, die mit einem Winkel auf die Grenzfläche auftreffen, der kleiner als der Grenzwinkel für die Totalreflexion β_G ist. Der Grenzwinkel für die Totalreflexion hängt von den Brechungsindizes von Luft und dem des eingesetzten Werkstoffes für den Lichtleitkörper ab.

Die Erfindung soll nachstehend anhand der Zeichnung im Prinzip beispielshalber noch näher erläutert werden. In der zugehörigen Zeichnung zeigen:

- Fig.1 eine einseitige Lichteinstrahlung ohne Reflexion an der gegenüberliegenden Kante;
- Fig.2 eine Realisierungsmöglichkeit der diffus reflektierenden Schicht nach Fig.1 ;
- Fig.3 eine einseitige Lichteinstrahlung mit Reflexion an der gegenüberliegenden Kante;
- Fig.4 eine Realisierungsmöglichkeit der diffus reflektierenden Schicht nach Fig. 3;
- Fig.5 eine zweiseitige Lichteinstrahlung ohne Reflexion an der jeweils gegenüberliegenden Kante;
- Fig.6 eine Realisierungsmöglichkeit der diffus reflektierenden Schicht nach Fig.5 ;
- Fig.7 die Anwendung auf eine runde Scheibe mit äußerer (axialsymmetrischer) Einstrahlung;
- Fig.8 eine dazugehörige Realisierungsmöglichkeit der diffus reflektierenden Schicht nach Fig.7;
- Fig.9 eine schematische Darstellung eines mehrschichtigen Aufbaues einer Leucht- oder Anzeigeeinheit;
- Fig.10 eine modifizierte Form der Anstrahlung der Seitenkanten;
- Fig.11 eine weitere mögliche Ausgestaltung der Anstrahlung der Seitenkanten des Lichtleitkörpers.

Fig.1 veranschaulicht den Dämpfungsverlauf, so wie er für eine konstante Abstrahlung einzustellen ist. Mit zunehmender Entfernung wird die Dämpfung des in der Schicht geführten Lichtes größer. Der Abfall der Lichtstromdichte wird über eine stärkere Reflexion kompensiert. Zu den Fig. 3, 5, und 7 gilt diese Aussage in analoger Weise.

In Fig.2 ist eine mögliche Realisierung über die zufällige Verteilung von Reflexionsflächen bildenden geometrischen Figuren dargestellt. In dieser Anordnung ist die Wahrscheinlichkeitsdichte in Richtung der Lichtausbreitung proportional zum berechneten Dämpfungsverlauf.

Für die Fig.4, 6 und 8 gilt diese Aussage in analoger Weise.

Die Dämpfung δ ist im eindimensionalen Fall definiert durch folgende Beziehung

$$\delta = \frac{dJ}{dx} \frac{1}{J} \quad (1)$$

Hierbei stellt J die Leistungsstromdichte des Lichtes (ortsabhängige Intensitätsgröße) dar. Im allgemeinen Fall ist die Ableitung nach x durch den entsprechenden Vektoroperator zu ersetzen. Die Intensität des abgestrahlten Lichtes ist δJ . Eine gleichmäßige Ausleuchtung kann somit nur über ein konstantes Produkt δJ realisiert werden.

Die allgemeine Differentialgleichung der gleichmäßigen Ausleuchtung kann mathematisch in der Form

$$\text{grad div } J = \nabla(\nabla \cdot J) = -\nabla(\delta J) = 0 \quad (2)$$

gefaßt werden.

Die Randbedingung an der Stelle $y = 0$

$$\delta(0) = \delta_0 \quad (3)$$

legt die Dämpfung an der der Lichteinkopplung gegenüberliegenden Seite fest. In eindimensionaler Form wird aus der allgemeinen Bedingung

$$\frac{d^2 J}{dy^2} = \frac{d(\delta J)}{dy} = 0 \quad (4)$$

Es folgt für den Dämpfungsverlauf ohne Reflexion die Darstellung

$$\delta = \frac{\delta_0}{1 + \delta_0 y} \quad (5)$$

Für einseitige Einstrahlung mit Reflexion an der gegenüberliegenden Kante ($y = 0$) und zweiseitige Einstrahlung ($y = 0$ in der Mitte) gilt die Differentialgleichung

$$\frac{d}{dy} [\delta (J_a + J_b)] = 0 \quad (6)$$

mit der Lösung für den Dämpfungsverlauf $\delta(y)$

$$\delta = \frac{\delta_0}{\sqrt{1 + (\delta_0 y)^2}} \quad (7)$$

Für eine runde Scheibe gewinnt man für J die Differentialgleichung

$$\frac{d}{dr} \left(\frac{1}{r} \frac{d(rJ)}{dr} \right) = 0 \quad (8)$$

Die Dämpfung δ hat für eine runde Scheibe ein Maximum an der Stelle (Randbedingung). δ_2 gibt die Dämpfung an der Stelle r_2 vor, $\delta(r_2) = \delta_2$; $\delta(0) = 0$ für endliches $J(0)$.

$$r_m = r_2 \sqrt{\frac{2}{r_2 \delta_2} - 1} ; \quad \delta(r_m) = \delta_m = \frac{1}{r_m} \quad (9)$$

Aus praktischen Erwägungen sollte $r_2 = r_m$ gewählt werden. Für diesen Zweck, aber ohne Beschränkung der Allgemeinheit, wird δ in der Form

$$\frac{\delta}{\delta_m} = \frac{2 r / r_m}{(r / r_m)^2 + 1} \quad (10)$$

geschrieben.

Die Erfindung bietet auch die Möglichkeit der mehrschichtigen Anordnung diffus ausgebildeter Flächen übereinander. In Fig. 9 ist eine derartige Anordnung schematisch dargestellt. Die diffus ausgebildeten Flächen der Lichtleitkörper 1, 2 und 3 sind übereinander angeordnet, wobei zwischen den einzelnen Lichtleitkörpern 1, 2, 3 zweckmäßigerweise Abstandshalter angeordnet sind. Über eine seitliche Lichteinkopplung wird dem Lichtleitkörper 1 ein Farbspektrum 4, erzeugt von einer entsprechenden LED, zugeführt. In den Lichtleitkörper 2 wird über eine Lichteinkopplung ein Farbspektrum 5 zugeführt. Schließlich wird dem Lichtleitkörper 3 über die Lichteinkopplung ein Farbspektrum 6 zugeführt.

Wie bereits angedeutet, kann die Lichteinkopplung auch mit einer elektronischen Ansteuerung versehen sein, wodurch sich originelle Lichteffekte realisieren lassen.

Die Fig.10 veranschaulicht einen Schnitt durch einen Lichtleitkörper 2 mit seitlicher Lichteinkopplung. Die Lichteinkopplung erfolgt hierbei über ein als SMD-LED ausgebildetes Leuchtelement 10. Der Lichtleitkörper 2, der eine Dicke d aufweist, ist im Bereich der Lichteinkopplung mit einer einen unterschiedlichen Anstiegswinkel aufweisenden Anschrägung 7 versehen. Im Bereich der Lichteinkopplung, daß heißt, in unmittelbarer Nähe des Leuchtelementes 10, ist der Anstiegswinkel größer, als in dem Bereich der weiter vom Leuchtelement 10 entfernt ist.

Der Abstand b, der ein Maß für die Anschrägung 7 darstellt, wird durch den Winkel γ und die Länge der Strecke a bestimmt. Der Grenzwinkel für die Totalreflexion β_G hängt von den Brechungsindizes von Luft ($n_L = 1$) und dem des Glases (für Plexiglas bzw. PMMA $n_G = 1,5$) ab.

Sofern bei der Lichteinkopplung als Lichtleiter Plexiglas (PMMA) eingesetzt ist, ergibt sich die Länge der Strecke a aus der folgenden Beziehung

$$a = \frac{d}{2} \cot \beta_G = 0,58d$$

Fig.11 zeigt eine weitere mögliche Ausgestaltung der Anschrägung 7. Hierbei ist die Anschrägung 7 bogenförmig ausgebildet. Eine im Punkt 8 angelegte Tangente 9 verdeutlicht den unterschiedlichen Anstiegswinkel der Anschrägung 7. Die Bedingung

$$\gamma \geq 90^\circ - \beta_G$$

muß für den Punkt 8 erfüllt sein.

Bei der Realisierung der Anschrägung 7 ist es durchaus möglich, sowohl das Maß a als auch das Maß b aus fertigungstechnischen Gründen etwas größer zu wählen.

Patentansprüche

1. Leucht- oder Anzeigeeinheit mit einer Lichteinkopplung über mindestens ein auf einer Leiterplatte angeordnetes SMD-LED-Leuchtelement in einen Lichtleitkörper, der auf einer Fläche Reflexionspunkte aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine Fläche mindestens eines Lichtleitkörpers durch die zufällige Anordnung von geometrischen Figuren als eine diffus reflektierende Fläche ausgebildet ist, wobei der Erwartungswert des Verhältnisses zwischen reflektierender Fläche zur Gesamtfläche eines kleinen ausgewählten Bereiches dem Dämpfungsverlauf bzw. näherungsweise dem Dämpfungsverlauf für konstante Lichtabstrahlung entspricht und der kontinuierliche Dämpfungsverlauf durch einen diskontinuierlichen Verlauf angenähert ist und daß bei einer Anzeigeeinheit das Anzeigesymbol in bekannter Weise angeordnet ist.
2. Leucht- oder Anzeigeeinheit nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß über die Verteilungsfunktion einer Zufallsgröße eine gezielte Verteilung der Koordinaten der zu setzenden, die Reflexionsfläche bildenden, geometrischen Figuren erfolgt.
3. Leucht- oder Anzeigeeinheit nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß eine vollständig bedeckende Reflexionsfläche einen kontinuierlichen Dämpfungsverlauf aufweist und diese durch eine ortsabhängige Veränderung der Oberflächenstruktur charakterisiert ist.
4. Leucht- oder Anzeigeeinheit nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß eine ortsabhängige Veränderung der Oberflächenstruktur durch eine Veränderung der Rauigkeit bewirkt ist.
5. Leucht- oder Anzeigeeinheit nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß eine ortsabhängige Veränderung der Oberflächenstruktur durch das gezielte Aufbringen feiner regelmäßiger lichtstreuender Strukturen bewirkt ist.
6. Leucht- oder Anzeigeeinheit nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die einzelnen geometrischen Figuren durch eine ortsabhängige Veränderung der Oberflächenstruktur und durch Veränderung der Oberflächenbedeckung der Gesamtfläche mit diesen Figuren gebildet sind.

EP 0 660 293 A2

7. Leucht- oder Anzeigeeinheit nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere unterschiedlich ausgebildete diffus reflektierende Flächen übereinander angeordnet sind.
- 5 8. Leucht- oder Anzeigeeinheit nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere gleichartig ausgebildete diffus reflektierende Flächen übereinander angeordnet sind.
9. Leucht- oder Anzeigeeinheit nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die übereinander angeordneten diffus reflektierenden Flächen aus einer Kombination gleichartiger und unterschiedlich ausgebildeter Flächen bestehen.
- 10 10. Leucht- oder Anzeigeeinheit nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß bei mehreren übereinander angeordneten diffus reflektierenden Flächen die Lichteinkopplung mit unterschiedlichen Farben erfolgt.
- 15 11. Leucht- oder Anzeigeeinheit nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der unterschiedliche Lichtbrechungswinkel für die Erzeugung einer diffus reflektierenden Fläche durch eine bekannte Anschrägung mindestens einer Seitenkante gebildet ist, wobei die Anschrägung durch Aneinanderreihen von Bereichen unterschiedlicher Steigungswinkel charakterisiert ist.
- 20 12. Leucht- oder Anzeigeeinheit nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Anschrägung zumindest teilweise einen bogenförmigen Verlauf aufweist.
- 25 13. Leucht- oder Anzeigeeinheit nach Anspruch 11 und 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Anschrägung durch die Größe des die Anschrägung einschließenden Winkels (γ) und die Länge der die Anschrägung bildenden Strecke (a) definiert ist.

30

35

40

45

50

55

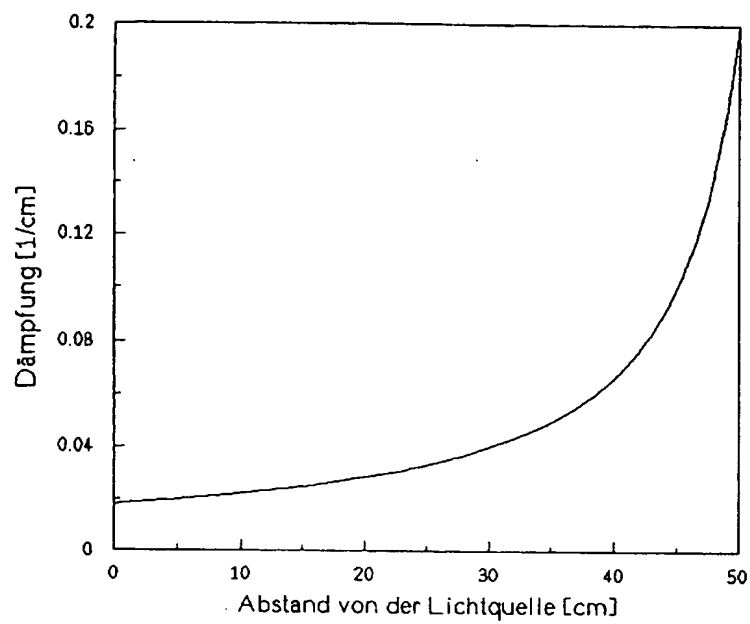


Fig. 1



Fig. 2

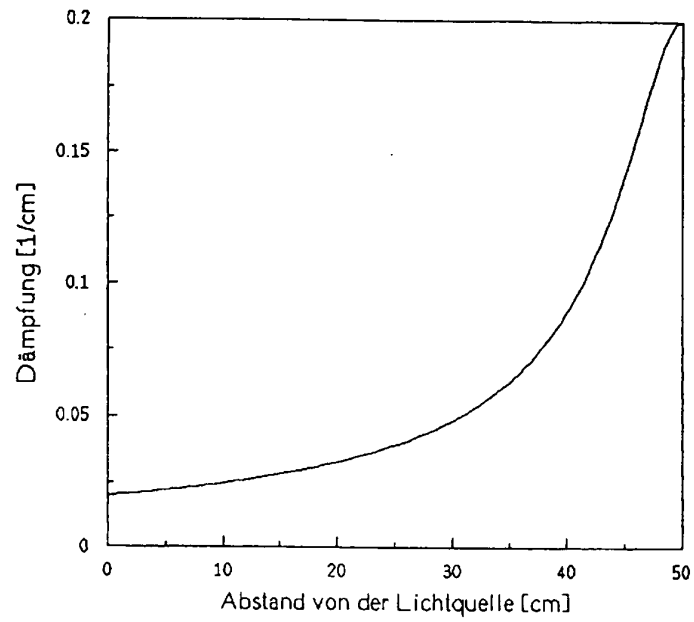


Fig. 3

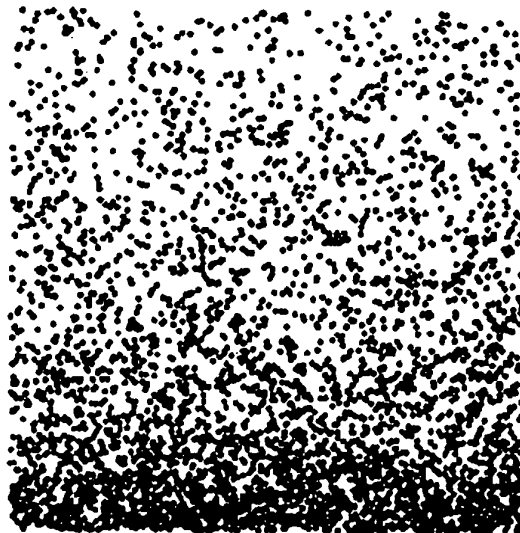


Fig. 4

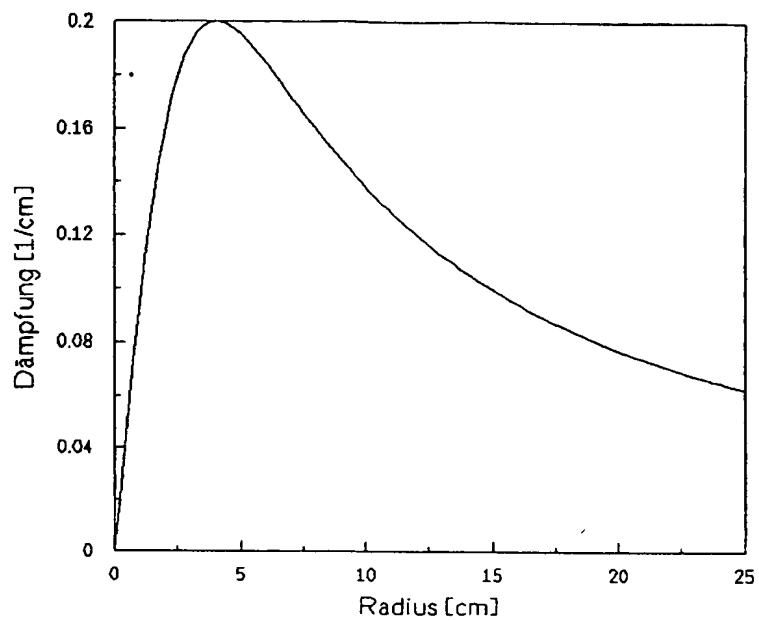


Fig. 7

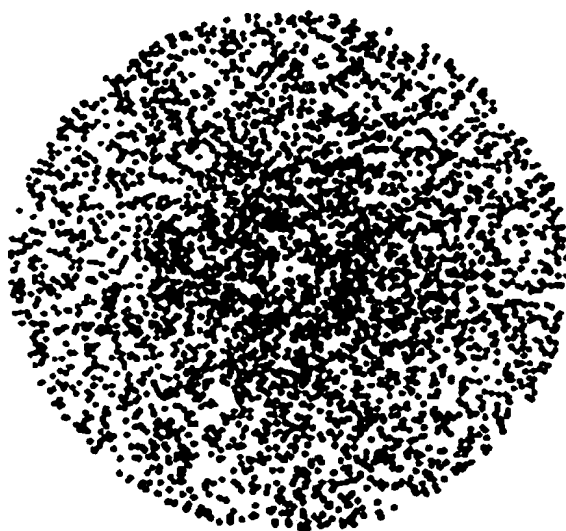


Fig. 8

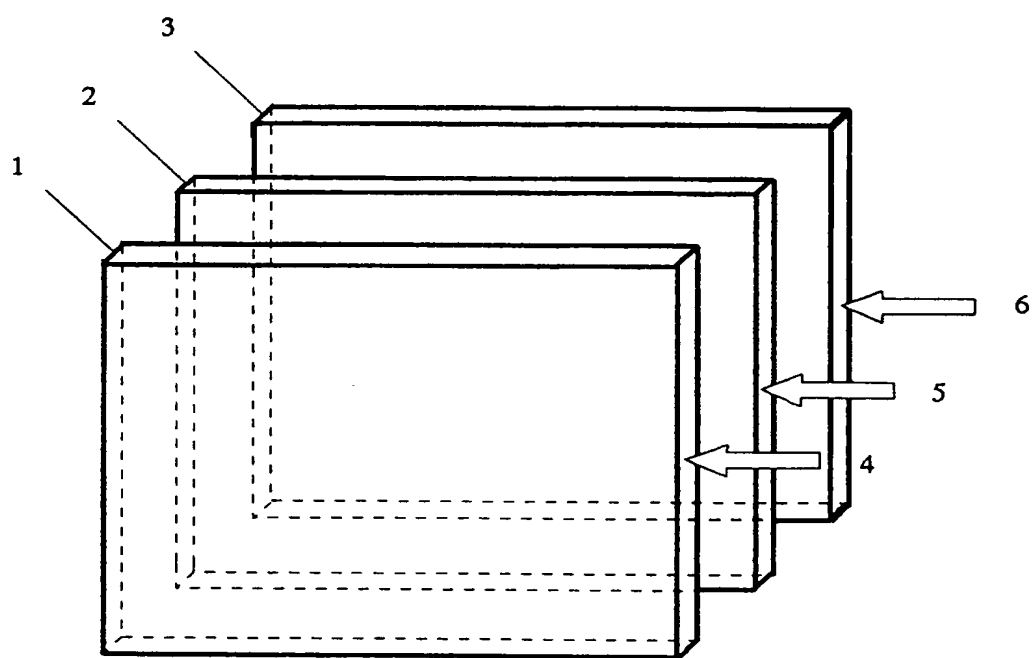


Fig. 9

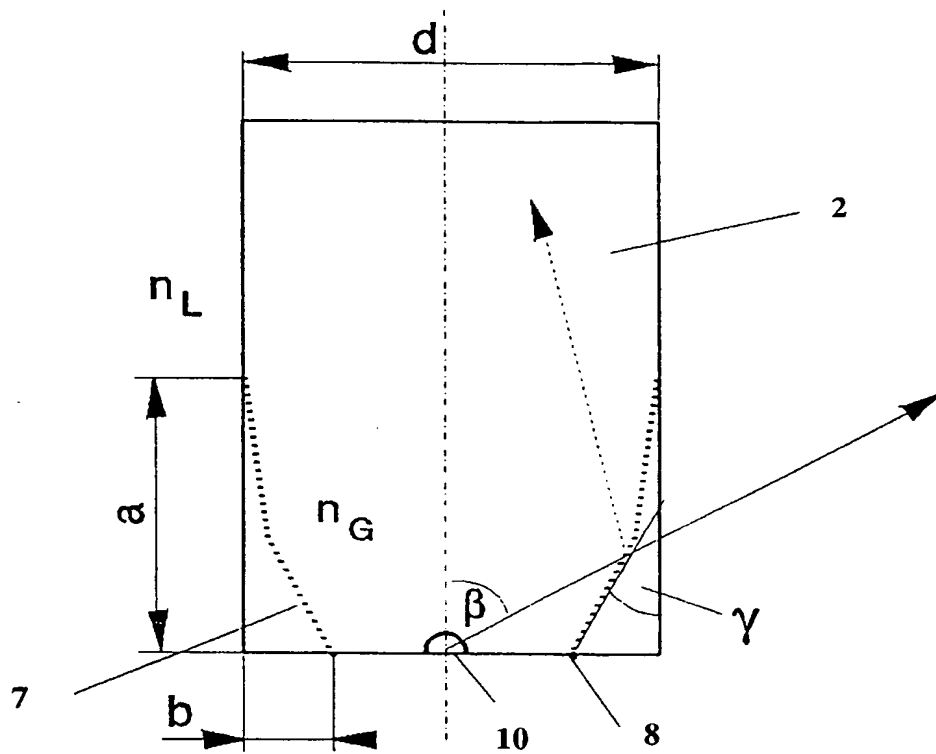


Fig. 10

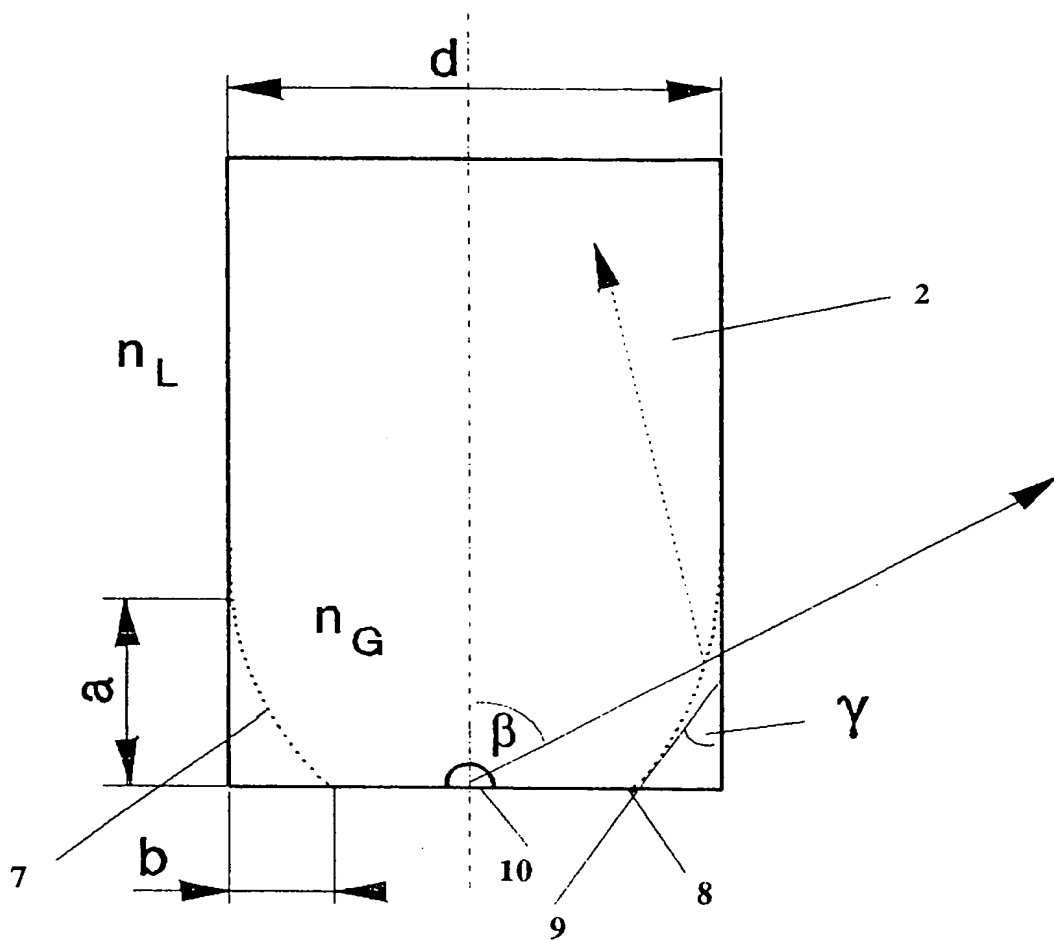


Fig. 11



Creation date: 01-26-2004
Indexing Officer: ATEKLY - ALEM TEKLAY
Team: OIPEScanning
Dossier: 09786204

Legal Date: 12-17-2002

No.	Doccode	Number of pages
1	PETDEC	1

Total number of pages: 1

Remarks:

Order of re-scan issued on